



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

TENISOVÁ HALA V BRNĚ

TENNIS HALL IN BRNO

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Dagmar Brozmanová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. ONDŘEJ PEŠEK, Ph.D.

BRNO 2019



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608R001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav kovových a dřevěných konstrukcí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Dagmar Brozmanová
Název	Tenisová hala v Brně
Vedoucí práce	Ing. Ondřej Pešek, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2018
Datum odevzdání	24. 5. 2019

V Brně dne 30. 11. 2018

prof. Ing. Marcela Karmazínová, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

Předpisy a standardy upravující požadavky na stavby pro daný typ využití.

Bujňák, J. a Vičan, J.: Navrhovanie oceľových konštrukcií, Žilinská univerzita v Žiline, 2012.

da Silva, L. S., Simoes, R., Gervásio, H. Design of Steel Structures. 2nd edition, ECCS - European Convention for Constructional Steelwork, 2016.

Ferjenčík, P. a kol. Navrhovanie oceľových konštrukcií, 1. časť + 2. časť, ALFA Bratislava / SNTL Praha, 1986.

Marek, P. a kol. Kovové konstrukce pozemních staveb, SNTL / ALFA, Praha, 1985.

ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí.

ČSN EN 1991 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí.

ČSN EN 1993 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí.

ČSN EN 1090-2: Provádění ocelových konstrukcí.

a další související normy a technické dokumenty

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Vypracujte statický návrh nosné konstrukce tenisové haly situované v Brně. Nosná konstrukce bude zhotovena z konstrukční oceli. Půdorysné rozměry objektu budou přibližně 66 × 42 metrů, minimální světlá výška je 9 metrů. Konstrukce bude navržena na účinky klimatických zatížení odpovídajících umístění stavby. Výstupem práce bude statické posouzení hlavních prvků nosné konstrukce a vybraných spojů, výkresová dokumentace (dispoziční výkresy, výkresy hlavních konstrukčních dílců a charakteristických detailů) a technická zpráva.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

Ing. Ondřej Pešek, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Cieľom práce je vypracovanie statického návrhu nosnej ocelej konštrukcie tenisovej haly. Hala je situovaná v Brne a jej pôdorysné rozmery sú 66,0 x 42,0 m. Výška konštrukcie nad terénom je 13,539 m. Hlavnú nosnú časť tvoria priečne oblúkové väzby uložené na betónových blokoch pomocou čapov. Oblúky sú riešené ako priehradové s osovou vzdialenosťou 6,0 m. Priestorovú tuhosť zaisťujú väznice, pozdĺžne a priečne stužidlá. Štítové steny sú tvorené kĺbovo uloženými stĺpmi a pažďíkmi. Hlavné nosné prvky sú z ocele triedy S355JR+AR. Strešné a stenové opláštenie je navrhnuté zo sendvičových panelov.

KLÍČOVÁ SLOVA

Oceľová konštrukcia, tenisová hala, oblúkový väzník, priehradový oblúk, teória II. rádu, globálna analýza, statické posúdenie, čapový spoj

ABSTRACT

The aim of this work is structural assessment of the steel construction of tennis hall. The ground plan dimensions of this hall, located in Brno, are 66,0 x 42,0 m. The height of the structure above the ground is 13,539 m. The load-bearing structure consists of arched truss girders, which are anchored to concrete panels using pins. The distance between the arched truss girders is 6,0 m. The spatial rigidity of the structure is ensured with purlins and bracings. Front walls consists of columns and girts. The structure elements are made of steel class S235JR+AR. Wall and roof cladding consists of sandwich panels.

KEYWORDS

Steel structure, tennis hall, arched truss, arched truss girder, II. order theory, global analysis, static assessment, pin joint

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Dagmar Brozmanová *Tenisová hala v Brně*. Brno, 2019. 17 s., 209 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav kovových a dřevěných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Ondřej Pešek, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Tenisová hala v Brně* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 22. 5. 2019

Dagmar Brozmanová
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Tenisová hala v Brně* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 22. 5. 2019

Dagmar Brozmanová
autor práce

POĎAKOVANIE

Chcela by som sa veľmi pekne poďakovať môjmu vedúcemu bakalárskej práce, pánovi Ing. Ondřejovi Peškovi, Ph.D. za odborné rady, trpezlivosť a vynaložený čas pri spracovaní mojej práce. Ďalej by som sa chcela poďakovať mojej rodine za umožnenie štúdia a podporu.

OBSAH BAKALÁRSKEJ PRÁCE:

A. Úvodný dokument

- Titulný list
- Zadanie VŠKP
- Abstrakt, kľúčové slová
- Bibliografická citácia VŠKP
- Prehlásenie o pôvodnosti VŠKP
- Prehlásenie o zhode papierovej a elektronickej formy VŠKP
- Poďakovanie
- Obsah práce

B. Technická správa

C. Statický výpočet

D. Programové výstupy

E. Výkresová dokumentácia



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

TENISOVÁ HALA V BRNĚ

TENNIS HALL IN BRNO

B - TECHNICKÁ SPRÁVA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Dagmar Brozmanová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. ONDŘEJ PEŠEK, Ph.D.

BRNO 2019

OBSAH

1. ÚVOD	2
2. POUŽITÉ NORMATÍVNE DOKUMENTY	2
3. MATERIÁL	2
4. ZAŤAŽENIE	3
5. VÝPOČET A STATICKÉ RIEŠENIE	3
6. KONŠTRUKČNÉ RIEŠENIE	3
7. VÝROBA A MONTÁŽNY POSTUP	5
8. POVRCHOVÁ OCHRANA KONŠTRUKCIE	6
9. ÚDRŽBA KONŠTRUKCIE	6
10. VÝKAZ MATERIÁLU	6
11. ZÁVER	7

1. ÚVOD

Obsahom bakalárskej práce bolo navrhnuť nosnú konštrukciu ocelej tenisovej haly, ktorá sa nachádza v Brne. Hala má pôdorysné rozmery 33,0 x 42,0 m.

Hlavným nosným prvkom navrhnutej konštrukcie sú oblúkové priečne väzby po osových vzdialenostiach 6,0 m. Výška konštrukcie nad terénom je 13,539 m. Oblúky sú uložené kĺbovo na betónových blokoch vysokých 1,6 m. Vzopätie oblúku je 11,120 m. Maximálna svetlá výška v hale je 11,669 m a sú dodržané minimálne pôdorysné a výškové rozmery tenisového kurtu vyplývajúce z pravidiel hry.

Štítové steny sú tvorené stĺpmi a paždíkmi, ktoré nesú obvodový stenový plášť. Stenový a takisto aj strešný plášť bude prevedený zo sendvičových panelov Kingspan.

V hale sa nachádza vstupná hala, recepcia, hygienické a športové zázemie, kuchynka a skladové miestnosti. Športové zázemie je tvorené 3 tenisovými kurtmi, ktoré sa dajú využiť aj na hru bedminton.

Zrovnávacía rovina bude v úrovni podlahy 0,000m = 210,000 m n. m. Bpv, +0,150 m nad priľahlým upraveným terénom.

2. POUŽITÉ NORMATÍVNE DOKUMENTY

ČSN EN 1990	Zásady navrhování konstrukcí
ČSN EN 1991-1-1	Zatížení konstrukcí. Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb.
ČSN EN 1991-1-3	Zatížení konstrukcí. Část 1-3: Obecná zatížení - zatížení sněhem.
ČSN EN 1991-1-4	Zatížení konstrukcí. Část 1-4: Obecná zatížení - zatížení větrem.
ČSN EN 1993-1-1	Navrhování ocelových konstrukcí. Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby.
ČSN EN 1993-1-8	Navrhování ocelových konstrukcí. Část 1-8: Navrhování styčnicků.
ČSN EN 1993-1-10	Navrhování ocelových konstrukcí. Část 1-10: Houževnatost materiálu a vlastnosti napříč tloušťkou.
ČSN EN 1993-2	Navrhování ocelových konstrukcí. Část 2: Ocelové mosty.

3. MATERIÁL

Hlavné nosné prvky sú z konštrukčnej oceli S355JR+AR. Skrutkové spoje sú z oceli pevnostnej triedy 6.8 a kotevné šróby z ocele pevnosti 8.8. Čapové spoje sú z oceli pevnostnej triedy S355.

4. ZAŤAŽENIE

Vlastná tiaž oceľovej konštrukcie:	Automaticky spočítané programom Dlubal RFEM.
Vlastná tiaž opláštenia:	Strešný panel - $g_k = 0,1235 \text{ kN/m}^2$ Stenový panel - $g_k = 0,1328 \text{ kN/m}^2$
Ostatné stále zaťaženie:	Zaťaženie od vzduchotechniky a osvetlenia - predpoklad $g_k = 0,2 \text{ kN/m}^2$
Zaťaženie snehom:	Snehová oblasť II. Charakteristická hodnota zaťaženia snehom: $s_k = 1,0 \text{ kN/m}^2$
Zaťaženie vetrom:	Veterná oblasť II, kategória terénu II. Základná rýchlosť vetra $v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$ Maximálny dynamický tlak $q_p(z) = 1,0 \text{ kN/m}^2$
Užitné zaťaženie na streche:	Zaťaženie z kategórie H - $q_k = 0,75 \text{ kN/m}^2$

5. VÝPOČET A STATICKÉ RIEŠENIE

Priestorový model konštrukcie bol vytvorený v programe Dlubal RFEM. V programe boli takisto automaticky vytvorené kombinácie zaťaženia a spočítané vnútorné sily. Výpočet bol vykonaný pomocou teórie II. rádu. Prvky sú posúdené ručne, poprípade pomocou programu Microsoft Excel. Pre návrh kotvenia priečnej väzby a stĺpov bol použitý program od firmy Fischer - C-FIX.

6. KONŠTRUKČNÉ RIEŠENIE

- Oblúk:

Oblúkový väzník je riešený ako priehradový, tvorený horným a dolným pásom, diagonálami a zvislicami v miestach pozdĺžnych stužidiel. Všetky profily sú z trubiek s minimálnou hrúbkou 5 mm. Vzopätie oblúku je 11,120 m a výška priehradoviny 1,80 m.

Horný pás a dolný pás sú navrhnuté z trubiek z prierezov s rovnakým priemerom, no hrúbku majú rozdielnu. Horný pás je z profilu TR 139,7x5 a dolný z TR 139,7x 8. Horný a dolný pás sú na koncoch spojené pomocou styčnickového plechu a uložené na betónové bloky pomocou čapového spoja o priemere 50 mm. Čapový spoj je

s pätnými plechmi umiestnenými na betónových blokoch spojený plne prevareným tupým zvarom tvaru "pol V".

Diagonály sú navrhnuté z prierezu TR 60,3x5 a všetky majú rovnakú dĺžku 2,319 m. Sú umiestnené na väzníku pod uhlom 50° .

Zvislice prierezu TR 76,1x5 sa nachádzajú len v miestach pozdĺžnych stužidiel a ich dĺžka je 1,8 m.

Oblúk je rozdelený na päť montážnych dielov z dôvodu prepravy. Maximálne rozmery montážneho dielca sú 10,617 x 2,303 m. Montážne diely budú spojené pomocou plne prevarených tupých zvarov tvaru "pol V".

- Väznice:

Prierez väzníc je TR 4HR 100x6,3 mm. Väznice sú kľbovo pripojené k hornému pásu oblúka pomocou styčnickového plechu, drážkového zvaru a šróbov 4 x M16, 6.8. Väznice sú dlhé 6,0 m. Dĺžka oblúka medzi jednotlivými väznicami je 3,031 m.

- Pozdĺžne stužidlo:

Pozdĺžne stužidlo je priehradové, tvorené diagonálami a dolným pásom. Horný pás tvorí väznica. V konštrukcii sa nachádza celkovo 9 radov pozdĺžnych stužidiel. Dolný pás je z profilu TR 88,9x6,3 a je dĺžky 6,0 m. Diagonály sú z profilu TR 88,9x6 dĺžky 6,276 m. Horný aj dolný pás budú k väzníku pripojené pomocou šróbového spoja. Na konce prútov budú privarené čelné plechy, na ktoré bude tupým plne prevareným zvarom tvaru "pol V" pripevnená dvojica styčnickových plechov. Tie budú zošróbované so styčnickovým plechom privareným kútovým zvarom k pásom väzníka. Budú použité šróby 2 x M16, 6.8.

- Priečne strešné stužidlo:

Priečne strešné stužidlo je riešené ako ťahový prút z kruhovej tyče priemeru KR 25. Zaisťuje stabilitu celej konštrukcie v pozdĺžnom smere. Je navrhnuté symetricky v štyroch radách na krajoch a v strede rozpätia.

- Stĺpy:

Stĺpy sa nachádzajú v čelných stenách o rôznych výškach v závislosti umiestnenia v priečnom reze. Najvyšší stĺp má dĺžku 11,847 m, takže nie je potreba ho

deliť na montážne celky kvôli preprave na stavbu. Je navrhnutý prierez HEB 300. Stĺpy sú na oboch koncoch klbovo pripojené.

- Paždíky:

Paždíky sú navrhnuté z profilu KR 4HR 100x8 z dôvodu redukcie nadmerných priehybov. Sú klbovo pripojené na stĺpy a nesú stenový plášť.

- Stenové stužidlo:

Stenové stužidlá sú dĺžky 7,469 m sú z prierezu 101,6x5 m. Skracujú vzpernú dĺžku stĺpov kolmo k osi z.

- Strešný a stenový plášť:

Strešný aj stenový plášť je navrhnutý zo sendvičových panelov Kingspan. Strešný je z panelov KINGSPAN TOP-DEK hrúbky 130 mm, ktoré sú vhodné pre oblúkové strechy. Stenový z panelov KINGSPAN KS1150 NF hrúbky 120 mm kladených vertikálne na paždíky.

- Kotvenie:

Vzhľadom k lokalite, v ktorej bude stavba umiestnená je uloženie konštrukcie na betónové bloky a pätky uvažované ako klbové neposuvné. Kotvenie je prevedené pomocou pätného plechu hrúbky 20 mm. Priečna väzba je kotvená pomocou štyroch kotevných šróbov 4 x M16, 8.8. Stĺpy sú kotvené pomocou dvoch šróbov 2 x M16, 8.8.

V oboch prípadoch je navrhnutá šmyková zarážka z profilu HEB 100, ktorá slúži na prenos šmykových síl. Šmyková zarážka je k pätnému plechu pripojená kútovým zvarom.

7. VÝROBA A MONTÁŽNY POSTUP

Oblúk je rozdelený na päť montážnych dielov, ktoré budú v dielni zvlášť zvarené z horných a dolných pásov, diagonál a zvislíc. Takto budú spolu s ostatnými prvkami dovezené na stavbu. Diely budú spojené montážnymi tupými zvarmi s plným prevarením tvaru "pol V". Tie budú následne prebrúsené. Stĺpy budú dodané v celku s už privarenými pätnými plechmi a šmykovými zarážkami.

Montážny postup:

1. Zhotovenie betónových základov

2. Príprava kotvenia - do pätiiek sa vyvrtávajú otvory pre kotevné šróby, ktoré sa následne osadia.
3. Na distančné podložky osadíme stĺpy. Tie sa potom podlejú cementovou maltou a doladí sa poloha stĺpu.
4. Vztyčenie väzníkov v stužidlovom poli a ich osadenie na betónové bloky s už zakotvenými spodnými časťami čapu.
5. Následne budú osadené ďalšie väzníky.
6. Pripojenie väzníc, stužidiel a paždíkov.
7. Po zhotovení konštrukcie sa vykoná strešné a stenové opláštenie budovy.

8. POVRCHOVÁ OCHRANA KONŠTRUKCIE

Všetky prvky budú opatrené nátermi v súlade s platnými normami. Bude použitý dvojité antikorózný náter SikaCor Steel Protect VHS. Taktiež budú použité požiarne nátery, kvôli protipožiarnej ochrane.

9. ÚDRŽBA KONŠTRUKCIE

Konštrukcia musí byť po celú dobu životnosti riadne kontrolovaná odborne spôsobilou osobou. Túto kontrolu je nutné vykonávať minimálne raz za 5 rokov.

10. VÝKAZ MATERIÁLU

OZN.	PRVOK		PROFIL	CELKOVÁ DĹŽKA [m]	HMOTNOSŤ PRVKU [kg/m]	CELKOVÁ HMOTNOSŤ [kg]
1	VÄZNÍK	HORNÝ PÁS	TR 139,7x5	581,95	16,60	9660,37
2		DOLNÝ PÁS	TR 139,7x8	542,00	26,00	14092,00
3		DIAGONÁLA	TR 60,3x5	890,50	6,82	6073,21
4		ZVISLICA	TR 76,1x5	194,40	8,77	1704,89
5	VÄZNICA	—	TR 4HR 100x6,3	1122,00	18,20	20420,40
6	POZDĹŽNE STUŽIDLO	DOLNÝ PÁS	TR 88,9x6,3	594,00	12,80	7603,20
7		DIAGONÁLY	TR 88,9x6	1242,65	12,26	15234,89
8	PREČNE STREŠ. STUŽ.	—	KR 25	545,28	3,85	2099,33
9	STĹP	—	HEB 300	146,78	117,00	17173,26
10	PAŽDÍK	—	TR 4HR 100x8	238,48	22,60	5389,65
11	STENOVÉ STUŽIDLO	—	TR 101,6x5	119,50	11,90	1422,05
CELKOVÁ HMOTNOSŤ KONŠTRUKCIE [kg]						100873,25
ZVARY A SPOJE (2,5% HMOTNOSTI) [kg]						2521,83
CELKOVÁ HMOTNOSŤ [kg]						103395,08

11. ZÁVER

Pri realizácii stavby je nutné dodržať všetky postupy, príslušné zákonné vyhlášky a predpisy, najmä predpisy k BOZP.

Konštrukcia bola posúdená podľa ČSN EN 1993-1-1 Navrhování ocelových konstrukcí - Eurokód 3 (2006).

LITERATÚRA

- [1] ČSN EN 1990 Zásady navrhování konstrukcí. Praha: Český normalizační institut, 2003, 73 s.
- [2] ČSN EN 1991-1-1 Zatížení konstrukcí. Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb. Praha: Český normalizační institut, 2003, 43 s.
- [3] ČSN EN 1991-1-3 Zatížení konstrukcí. Část 1-3: Obecná zatížení - zatížení sněhem. Praha: Český normalizační institut, 2004, 37 s.
- [4] ČSN EN 1991-1-4 Zatížení konstrukcí. Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem. Praha: Český normalizační institut, 2007, 124 s.
- [5] ČSN EN 1993-1-1 Navrhování ocelových konstrukcí. - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby. Praha: Český normalizační institut, 2005, 213 s.
- [6] ČSN EN 1993-1-8 Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-8: Navrhování styčníků. Praha: Český normalizační institut, 2005, 126 s.
- [7] ČSN EN 1993-1-10 Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-10: Houževnatost materiálu a vlastnosti napříč tloušťkou. Praha: Český normalizační institut, 2006, 20 s.
- [8] ČSN EN 1993-2 Navrhování ocelových konstrukcí - Část 2: Ocelové mosty. Praha: Český normalizační institut, 2008
- [9] ETAG 001 Metal anchors for use in concrete - Annex C: Design methods for anchorages
- [10] NEUFERT, Ernst. Navrhování staveb: Příručka pro stavební odborníky, stavebníky, vyučující i studenty. 2.vyd. Praha: Consultinvest, 2000. Isbn 80-901486-6-2.
- [11] PILGR, Milan. BO02 Prvky kovových konstrukcí: Svarové spoje. [online]. [cit. 2019-05-21]. Dostupné z: http://www.fce.vutbr.cz/KDK/pilgr.m/BO02/BO02_cvi_05.pdf

[12] PILGR, Milan. BO02 Prvky kovových konstrukcí: Šroubové spoje. [online]. [cit. 2019-05-21]. Dostupné z: http://www.fce.vutbr.cz/KDK/pilgr.m/BO02/BO02_cvi_02.pdf

[13] KINGSPAN, a.s. [online]-Průvodce projektem a stavbou. [cit. 2019-05-21].

[14] Fischer, Česká republika. [online]. [cit. 2019-05-21]. Dostupné z: <http://www.fischer-cz.cz/>